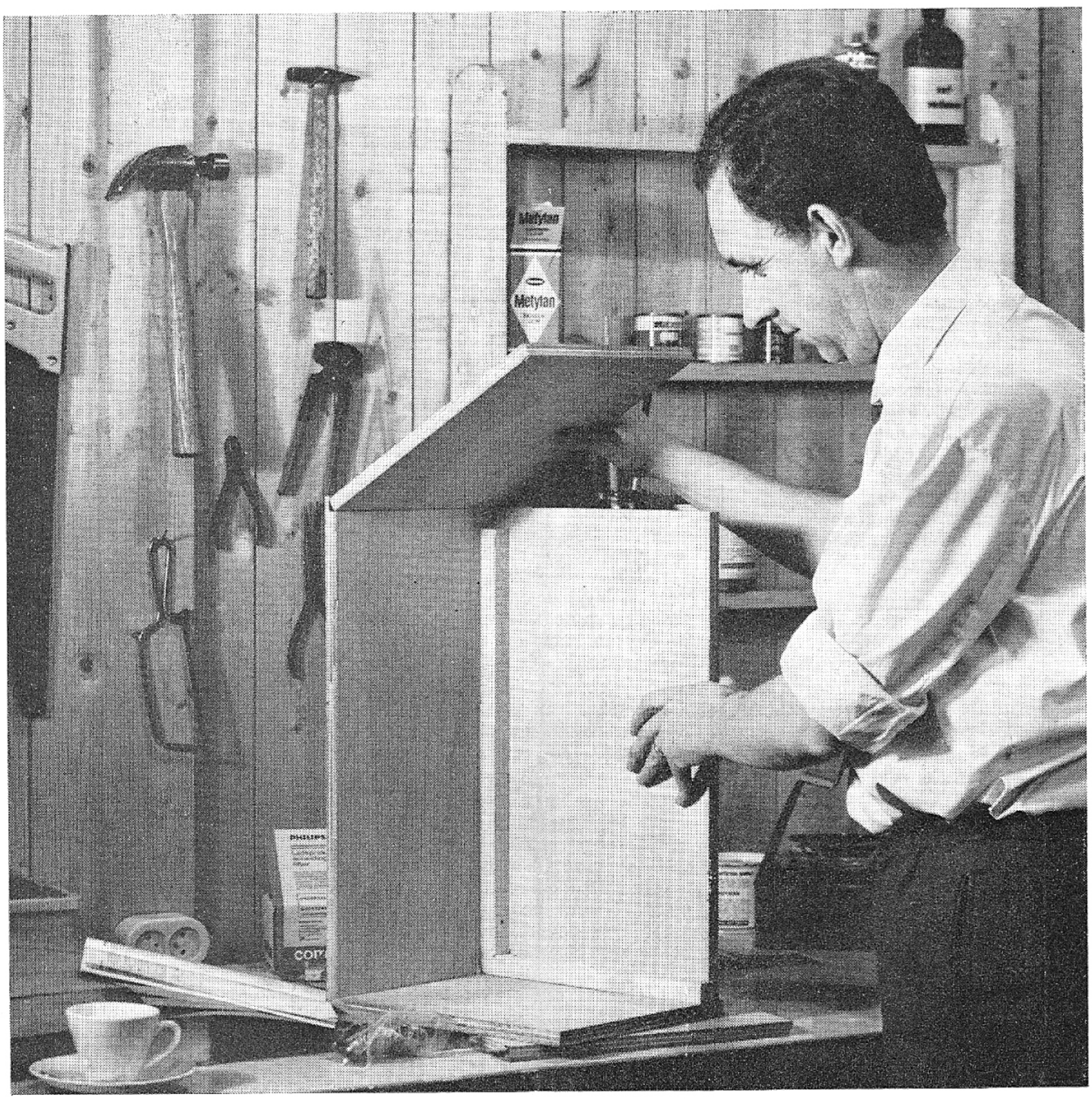
PHILIPS

nieuws

VOOR HOBBYISTEN EN RADIOAMATEURS

APRIL 1971 - NR. 14



Bij de omslag

Het maken van goede luidsprekerkasten is niet moeilijk. Philips heeft een groot aantal luidsprekerbehuizingen ontwikkeld die zich uitstekend lenen voor zelfbouw. Meer dan twintig ontwerpen, compleet met maatschetsen en uitvoerige informatie zijn opgenomen in het boekje „Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw". Dit boekje is te koop bij uw radio-onderdelenleverancier.

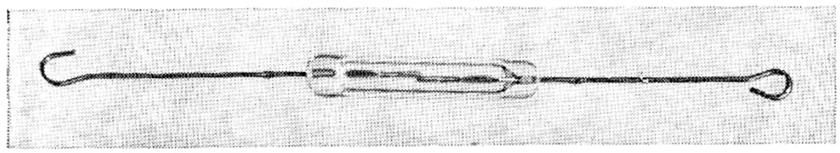
Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs is een uitgave van Philips Nederland n.v. voor iedereen die op de hoogte wil blijven van Philips' activiteiten op het gebied van elektronica-onderdelen en zelfbouwartikelen. Onder meer worden regelmatig nieuwe ontwikkelingen in de amateursector, nieuwe toepassings- en combinatiemogelijkheden van bestaande bouw- en onderdelenpakketten en instructieve artikelen over nieuwe onderdelen gepubliceerd. Opgaven voor gratis toezending, adreswijzigingen enz. kunnen worden geadresseerd aan: Nieuwsredactie, Postbus 218, Eindhoven.
Bij adreswijziging wordt inzending van de verbeterde adresband op hoge prijs gesteld.

Inhoud

Reedcontacten: 1001 gebruiksmogelijkheden

Reedcontacten zijn schakelelementen die om hun speciale eigenschappen al geruime tijd worden toegepast in verschillende professionele apparaten, o.a. op het gebied van communicatie en automatisering. Ook voor amateurs bieden deze reedcontacten interessante gebruiksmogelijkheden; enkele toepassingssuggesties vindt u aan het einde van dit artikel.



Een reedcontact bestaat uit twee verende tongen van nikkelijzer, die op korte afstand van elkaar zijn ondergebracht in een hermetisch gesloten omhulling waarin een stikstofatmosfeer heerst. Wanneer een reedcontact in een magnetisch veld wordt gebracht, zal een magnetische krachtstroom de schakeltongen doorlopen (afb. 1). Bij een voldoende grote krachtstroom (flux) zal de magnetische aantrekkingskracht de stijfheid van de tongen overwinnen waardoor het contact sluit. Vermindert de flux tot beneden een bepaalde waarde dan zal het contact weer openen. Het magnetisch veld kan afkomstig zijn van een permanente magneet maar natuurlijk ook van een elektromagneet, meestal in de vorm van een spoeltje dat om het reedcontact is aangebracht. De aansluitdraden van het reedcontact hebben een functie bij het opvangen en geleiden van de krachtstroom. Het is daarom beter om deze draden niet in te korten of te buigen.

Inschakelen van een reedcontact met een permanente magneet

Een permanente magneet biedt de eenvoudigste mogelijkheid voor het inschakelen van een reedcontact. De ferroxdure-magneet van afb. 2 bijvoorbeeld, sluit het contact indien de afstand tussen magneet en reedcontact hart op hart circa 15 mm bedraagt (afb. 3). Voor een goede contactdruk is het echter beter om een zo klein mogelijke afstand aan te houden. Het contact opent dan weer bij een afstand van 25 mm of meer.

Behalve door het verplaatsen loodrecht op het reedcontact (afb. 3) kan de magneet ook langs het reedcontact worden bewogen (afb. 4 en 5). In de middenstand zal, bij de positie van de magneet volgens afb. 4, de bekrachtiging maximaal zijn. Bij bewegen zowel naar links als naar rechts neemt de bekrachtiging af en zal het contact openen. Indien de magneet volgens afb. 5 ten opzichte van het reedcontact wordt gebruikt, zal juist in de middenstand het contact open zijn en zal dit sluiten bij verplaatsen naar links of naar rechts.

Inschakelen met een spoel

Het magnetische krachtveld, nodig voor het schakelen van een reedcontact, kan ook worden opgewekt met behulp van een spoel waardoor een elektrische stroom wordt gestuurd. Deze spoel dient over een voldoende breedte om het reedcontact te worden aangebracht; spoelbreedte b.v. 20 mm. Het aantal windingen waaruit de spoel moet bestaan, hangt mede af van de stroom waarmee de spoel wordt gestuurd. Hoe groter die stroom hoe minder windingen nodig zijn. De gevoeligheid van een reedcontact wordt dan ook aangegeven in „ampèrewindingen" (AW): het produkt van de stuurstroom en het aantal windingen van de gebruikte spoel. Het Philips reedcontact sluit reeds bij 50 AW, maar het verdient aanbeveling steeds minstens 75 AW aan te houden. 75 AW kan bijvoorbeeld worden verkregen met een spoel van 7500 windingen waar-

door 10 mA (0,01 A) loopt, maar ook met een spoel van 750 windingen waardoorheen 100 mA (0,1 A) wordt gestuurd, of 75 windingen en een stroom van 1 A, enzovoort.
De gewenste stuurstroom kan, bij een bepaalde spanning, worden ingesteld met voorschakelweerstanden. Hierbij moet wel in het oog gehouden worden dat de stroom niet groter mag zijn dan de maximale stroom die voor de toegepaste spoeldraaddiameter toelaatbaar is.
Het reedcontact zal reeds openen bij b.v. 10 AW maar het is beter om voor het openen van het contact de stroom door de spoel geheel te onderbreken) (dus nul AW). Aanwijzingen voor het maken van een spoel zijn opgenomen in het hoofdstukje „Enkele spoelen".

De contacten

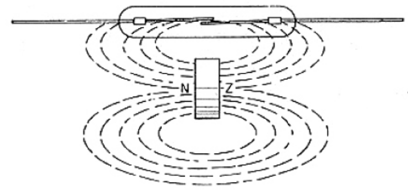
De belastbaarheid van de contacten is maximaal 5 W bij maximaal 50 V en 1 A. Bij 5 V is dus maximaal 1 A toelaatbaar en bij 50 V maximaal 0,1 A. Denk er wel aan dat deze maximale waarden ook gelden voor de inschakelstroom en de verbreekstroom in een inductieve belasting, wanneer deze door een reedcontact wordt geschakeld. Houd er bij het schakelen van lampjes rekening mee dat de weerstand van een koud lampje veel lager (5 à 10 maal) is dan van een lampje dat brandt. De verbreekstroom door een spoel (en door de reedcontacten) kan worden vermeden door gebruik van een diode parallel aan de te schakelen spoel (katode van de diode aan de pluszijde van de spoel).

Enkele spoelen

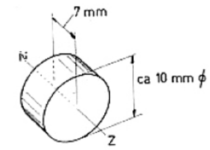
In de tabel zijn enkele spoelen aangegeven, die wat aantal windingen en draaddiameter betreft, zich nog lenen voor zelf maken. Een reedcontact dat in de aangegeven spoelen is aangebracht, zal reeds betrouwbaar sluiten bij de minimum-stroom die in de tabel is aangegeven. Deze stroom treedt op bij de eveneens aangegeven minimum-spanning. Aansluiten op een hogere spanning dan de maximale waarde die in de tabel is vermeld, mag, als een voorschakelweerstand wordt toegepast. Deze weerstand kan worden berekend uit de aangelegde spanning en de minimale stroom. Bij 12 V zal bijvoorbeeld, om door de eerste spoel (1800 wind.) 40 mA te verkrijgen, in totaal 12 : 0,04 = 300 ohm nodig zijn. De spoel zelf is ca. 20 ohm; de voorschakelweerstand moet dus 300 — 20 = 280 ohm zijn (eventueel de genormaliseerde waarde 270 ohm). De belasting van de weerstand is te berekenen uit I^2 x R. In het voorbeeld dus 0,04 x 0,04 x 270 = 0,43 watt.
Voor gebruik op de uitgang van de elektronische schakelaar H 6715 of H 6815 moet bij de eerste spoel (1800 wind.) 120 ohm worden voorgeschakeld en bij de tweede spoel (3000 wind.) 82 ohm. De derde spoel is niet bruikbaar voor dit doel.

Toepassingen

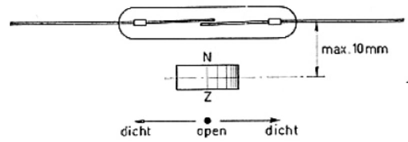
Deur- en raamcontacten, die zeer bedrijfszeker zijn, kunnen worden gemaakt door in de deurpost of het raamkozijn een reedcontact aan te brengen en op dezelfde hoogte in deur of raam een magneet in te laten. Bij stalen constructies moet er wel op worden gelet dat een voldoend sterk magnetisch veld het reedcontact kan bereiken.
In de spoorwegmodelbouw kan op eenvoudige wijze op elke gewenste plaats een „schakelrelais" worden verkregen door op die plaats tussen of naast de rails een reedcontact aan te brengen en de locomotief of desgewenst een wagen, aan de onderzijde te voorzien van een magneet. Het is mogelijk verschillende soorten van deze schakelpunten te maken door reedcontacten en de bijbehorende magneten in verschillende posities ten opzichte van de rails te gebruiken b.v. links en rechts naast de rails, tussen de rails in lengterichting, tussen de rails in dwarsrichting enz. Zo kan b.v. worden bereikt dat één locomotief alleen het linker reedcontact bedient, een tweede het rechtercontact en een derde locomotief (of wagen) het dwarsliggende contact. Een voordeel boven gewone schakelrelais is, dat alleen de locomotief of wagen die de magneet draagt het betreffende reedcontact inschakelt.
Druk- of draaischakelaars kunnen worden gemaakt door, via een mechanisme, een magneet al of niet in de nabijheid van een of meer reedcontacten te brengen.
Bij elektrische windwijzers zal een magneet aan de windvaan de reedcontacten die corresponderen met de windrichting, kunnen inschakelen. Een schakelwals kan op overeenkomstige wijze worden gerealiseerd; een magneet op een langzaam lopende as of schijf schakelt achtereenvolgens verschillende vast opgestelde reedcontacten in.



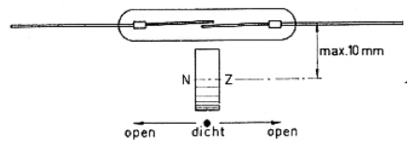
Afb. 1



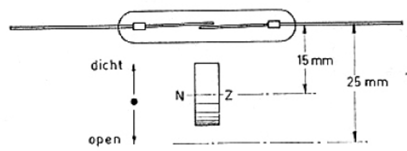
Afb. 2



Afb. 3

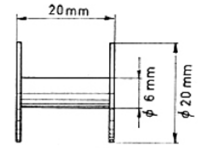


Afb. 4



Afb. 5

Windingen	Draaddiameter	Spoelweerstand	Stroom min.	Stroom max.	Spanning min.	Spanning max.
1.800	0.25	20 ohm	40 mA	150 mA	0.8 V	3 V
3.000	0.20	60 ohm	25 mA	95 mA	1.5 V	5.7 V
7.000	0.10	450 ohm	11 mA	24 mA	4.95 V	10.8 V



DOMINO *met Philips onderdelenpakketten*

Eén van de plezierigste eigenschappen van Philips onderdelenpakketten is dat het stuk voor stuk afgeronde eenheden zijn met een afgebakende functie, die zich op allerlei manieren laten combineren tot grotere en complete schakelingen. Een soort elektronisch dominospel. Dit komt het duidelijkst tot uitdrukking bij de pakketten die we „muziekschakelingen" zouden kunnen noemen: universele voorversterker, aanpassingseenheid, toonregelschakeling, ruis- en dreunfilter, eindversterkers, afstemeenheden en stereodecoder. U kunt deze elektronische dominostenen op tal van manieren „aanleggen". In dit artikel zullen wij u in vogelvlucht een overzicht geven van een aantal interessante combinatiemogelijkheden.

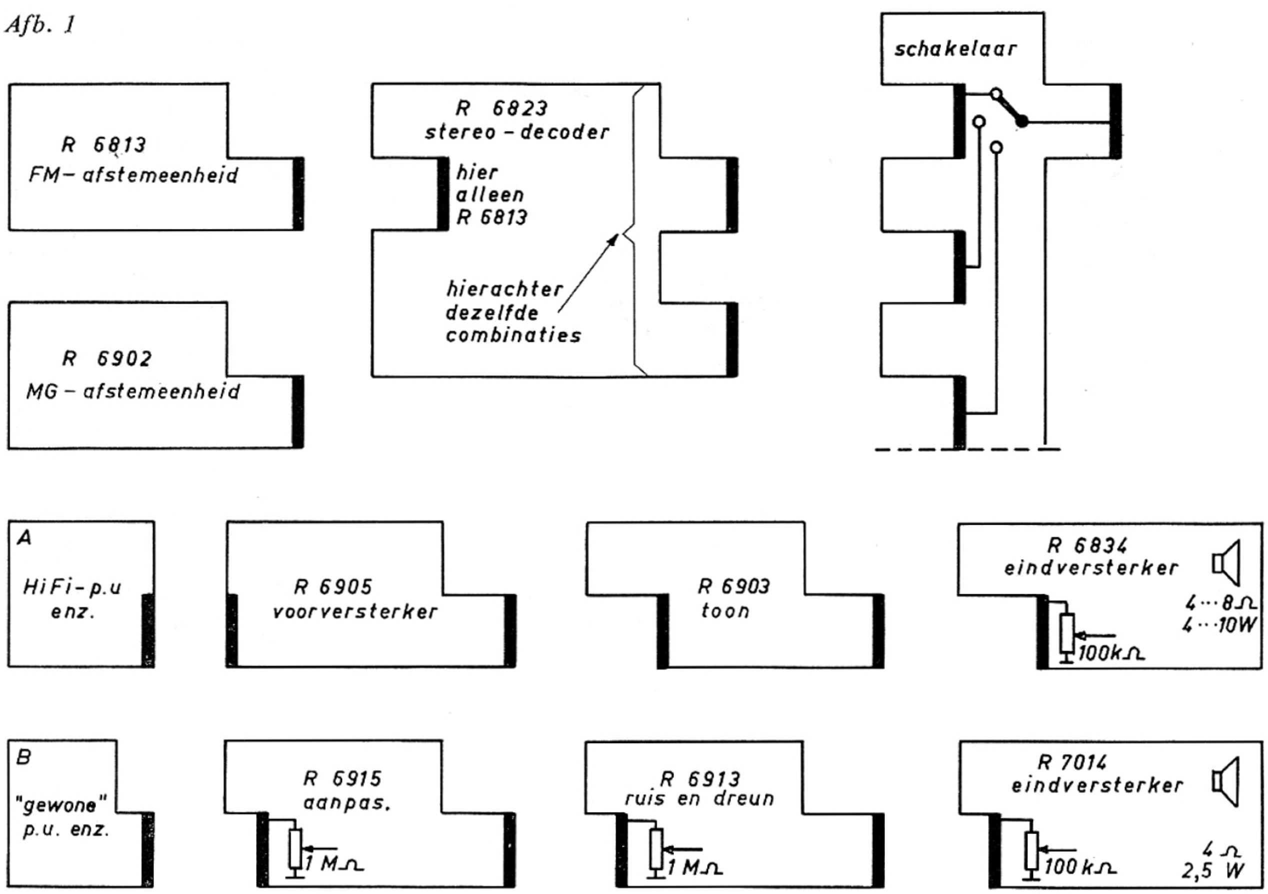
De spelregels

De onderdelenpakketten waarmee in dit artikel domino gespeeld wordt, zijn de volgende: universele voorversterker R 6905, ruis- en dreunfilter R 6913, toonregeleenheid R 6903, aanpassingseenheid R 6915, universele 4- ... 10-watt eindversterker R 6834, universele 2,5-watt versterker R 7014, MG-afstemeenheid R 6902, FM-afstemeenheid R 6813 en stereodecoder R 6823. De gegevens van deze onderdelenpakketten zijn alle vermeld in de Philips „Hobbyskoop" 1970/71, die aan alle abonnees van deze uitgave werd toegezonden. Mocht u deze laatste uitgave niet hebben ontvangen dan kunt een exemplaar aanvragen bij Philips Nederland n.v. afd. Publiciteit te Eindhoven.

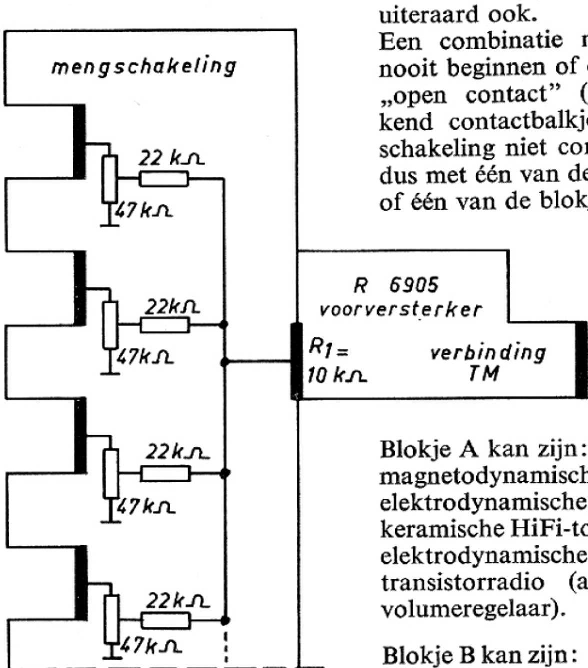
Alle genoemde onderdelenpakketten zijn in afb. 1 in kaart gebracht. Als u ze uitknipt, kunt u er werkelijk domino mee spelen en aldus een schakelingsopbouw kiezen die aan uw wensen voldoet èn die mogelijk is, want de schakelingen die in elkaar passen mogen ook in werkelijkheid op elkaar worden aangesloten. De zwarte balkjes kunt u beschouwen als contacten: als die elkaar raken bij het tegen elkaar schuiven van de blokjes, is de combinatie geoorloofd.

De aanpassingseenheid R 6915 en ook de universele voorversterker R 6905 kùnnen overbodig zijn. Als u een combinatie gemaakt hebt, kunt u dus altijd proberen of het mogelijk is de gebruikte blokjes zo

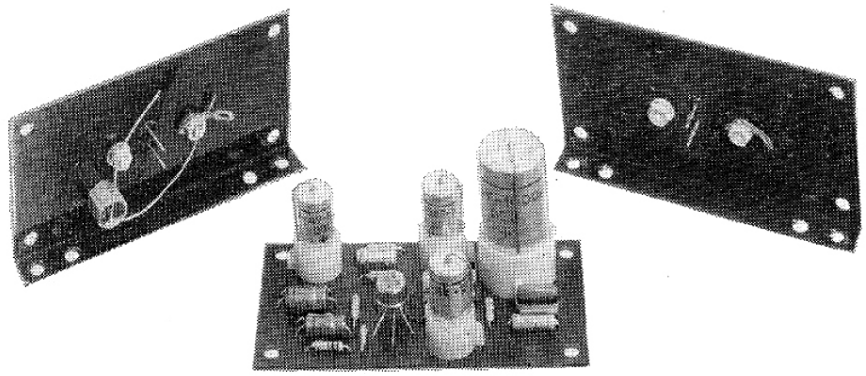
Afb. 1



te leggen dat deze eenheden gemist kunnen worden. Blokje „B" past ook aan R 6905, maar het is meestal beter (en voordeliger) om hier R 6915 toe te passen. Voor alle andere eenheden geldt dat u ze alleen gebruikt als u ze wilt gebruiken. Hebt u bij voorbeeld een toonregeling nodig, dan neemt u R 6903 op in de schakeling. Maar u kunt hem ook weglaten.
U dient er wel rekening mee te houden dat de schakelingopbouw op deze manier erg schematisch wordt aangegeven. De details kunt u in de handleidingen van de desbetreffende onderdelenpakketten vinden. Bij voorbeeld: welke verbinding, TM of TR, u in de universele voorversterker R 6905 moet aanbrengen bij de gegeven toepassing.
Wilt u een stereo-installatie samenstellen, dan dient u het eigenlijke versterkergedeelte dubbel uit te voeren. Vanzelfsprekend dienen de twee kanalen identiek te zijn. Dit „eigenlijke versterkergedeelte" kan bestaan uit één of meer van de volgende schakelingen: R 6834, R 6903, R 6905, R 6913 en R 7014. De beide afstemeenheden zijn altijd maar één keer nodig en de stereodecoder uiteraard ook.
Een combinatie mag in principe nooit beginnen of eindigen met een „open contact" (een zwart getekend contactbalkje), anders is de schakeling niet compleet. U begint dus met één van de afstemeenheden of één van de blokjes A en B.



Afb. 1 De stenen van het elektronische dominospel. Knip ze uit en bouw zelf uw geluidsinstallatie volgens de regel: als het past dan mag het.
Opmerking: R 6905 past in R 7014 bijvoorbeeld, ook al raken de beide schakelingen elkaar aan de bovenkant niet.
Overdrukken van deze afbeelding gedrukt op dun karton, zijn op verzoek gratis verkrijgbaar. Schrijf een briefkaart naar Nieuwsredactie afd. K, Postbus 218, Eindhoven, onder vermelding van uw naam en adres en „elektronisch dominospel".



De gemonteerde eindversterker R 6834

Blokje A kan zijn:
magnetodynamische toonopnemer
elektrodynamische toonopnemer
keramische HiFi-toonopnemer
elektrodynamische microfoon
transistorradio (afgetakt van de volumeregelaar).

Blokje B kan zijn:
kristaltoonopnemer
„gewone" keramische toonopnemer
buizenradio (afgetakt van de volumeregelaar).

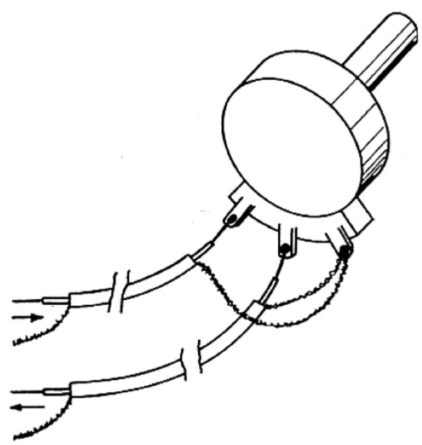
Een menggedeelte bevat behalve een potentiometer met weerstand voor elke ingang altijd een R 6905 zoals ook in het „mengblokje" tot uiting komt. Indien op een bepaalde plaats meer dan één blokje past, kan een omschakelaar worden toegepast. Hiervoor is ook een „schakelaarblokje" getekend.
In plaats van de uitgangseenheid R 6834 of R 7014 kunt u natuurlijk ook een andere eindversterker gebruiken, mits deze een ingangsgevoeligheid heeft van ten minste 100 mV. Bij een ongevoelige eindversterker (b.v. 500 mV) dient een R 6905 te worden tussengevoegd (in dit geval ingesteld op versterking 5 maal).

Geluidssterkteregelaars

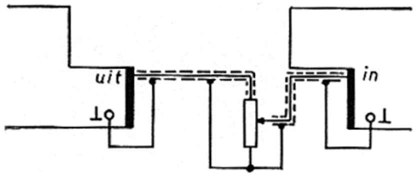
Aan de ingang van verschillende eenheden zijn schetsmatig geluidssterkteregelaars aangegeven. In de uiteindelijke combinatie gebruikt u natuurlijk maar één van deze regelaars, bij voorkeur de laatste, dus die aan de ingang van de eindversterker. Gebruik hiervoor een logaritmische potentiometer van de aangegeven waarde (1 MΩ of 100 kΩ), die u aansluit zoals in afb. 2 is getekend. Bij stereoschakelingen kunt u een tandempotentiometer nemen.

Afscherming en massa

Als u de schakelingen vlak naast elkaar monteert, verbindt u de uitgang van de eerste en de ingang van de tweede schakeling en ook de massapunten van de beide schakelingen met normaal montagedraad. Is deze verbinding echter langer dan



Afb. 2 Wanneer afgeschermde verbindingen worden gebruikt, verbindt de afscherming de beide massapunten en de „onderkant" van een eventuele potentiometer door.



Afb. 3 De beide afschermingen worden met de „onderkant" van de potentiometer verbonden.

enkele centimeters, neem dan afgeschermd draad, waarvan u de afscherming gebruikt om de massapunten (⊥) door te verbinden. Komt tussen twee schakelingen een potentiometer, gebruik dan ook afgeschermd draad, zoals in afb. 2 en 3 is getekend. De complete schakeling dient op één plaats met de massa van het chassis of de kast te worden verbonden. Neem daarvoor altijd het gevoeligste punt van de schakeling, dus zo dicht mogelijk bij de ingang Er mogen nooit lussen in de massaverbindingen voorkomen. Dat wil zeggen dat er altijd maar één weg mag zijn om van het ene massapunt naar het andere te komen. Dit is het geval als u de hier gegeven aanwijzingen stipt opvolgt. De straf voor het niet naleven van deze regel is brom, genereren of instabiliteit. Kortom: een niet goed functionerende schakeling.

Voeding van de schakelingen

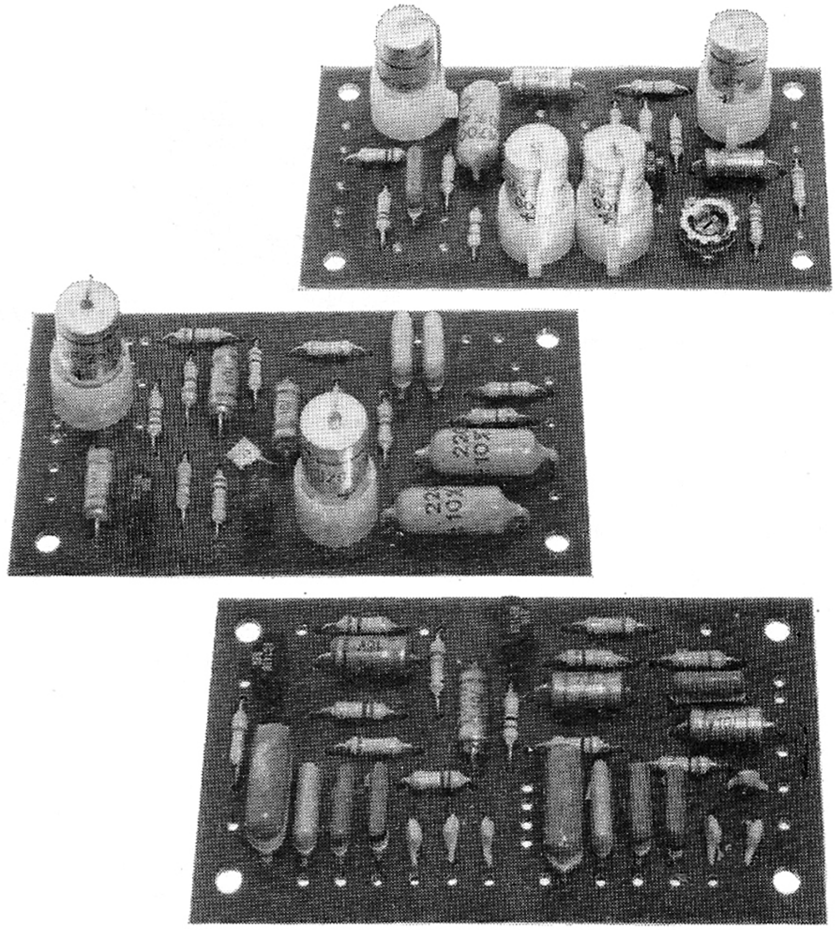
Het aansluiten van de voeding is een eenvoudige zaak. De min van de voedingseenheid verbindt u met de min van de ongevoeligste schakeling, dus meestal de eindversterker en bij afzonderlijk gevoede eindversterkers de voorlaatste schakeling.

Als u alle massapunten volgens de regels hebt doorverbonden (zie afbeeldingen 2 en 3), zijn ze nu alle met de min verbonden.

De plusleiding legt u „langs" alle eenheden, te beginnen met de ongevoeligste. Dit is een zogenaamde voedings- of spanningsrail. Van elke schakeling verbindt u het pluspunt met deze rail.

Om ongewenste koppelingen te voorkomen is het het best, tussen de spanningsrail en het pluspunt van de eenheden R 6905, R 6903 en R 6915 een weerstand van 47 ohm, 0,25 watt op te nemen.

In afbeelding 4 is dit aangegeven voor een eenvoudige monoversterker met toonregeleenheid en ruis- en dreunfilter. Bij gebruik van eindversterker R 7014 kan voedingseenheid R 6827 worden gebruikt; R 6905 en R 6903 zijn ingesteld op 9 volt. Bij gebruik van eindversterker R 6834 is voeding R 6822, ingesteld op 15 volt, nodig. R 6905 en R 6903 moeten nu worden ingesteld op 18 volt.



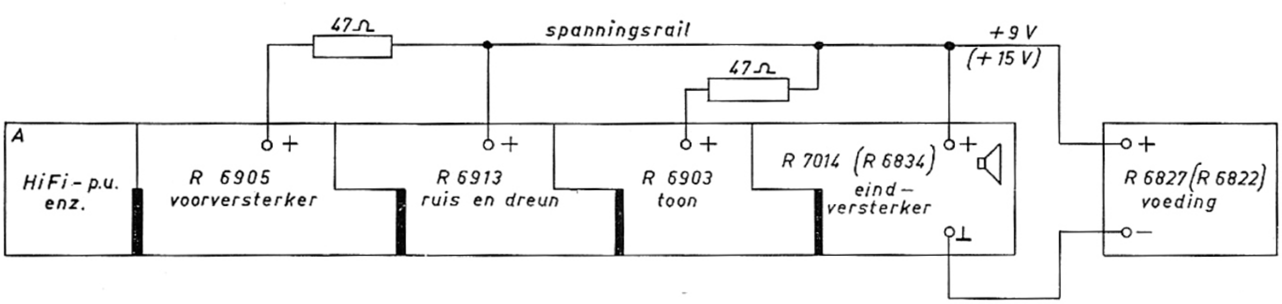
Gemonteerde Philips onderdelenpakketten; van boven naar beneden: de voorversterker R 6905, de toonregeleenheid R 6903 en de ruis- en dreunfilter R 6913.

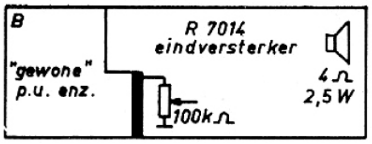
Praktische voorbeelden

In de afbeeldingen 5 tot en met 11 zijn enkele praktische voorbeelden gegeven van combinaties met onderdelenpakketten. Wanneer, zoals in afb. 11, op de ingang van een schakeling twee of meer eenheden mogen worden aangesloten, kunnen die omschakelbaar gemaakt worden.

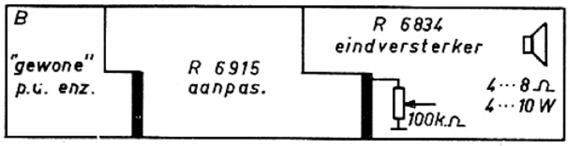
In een der volgende nummers van „Nieuws voor Hobbyisten en radioamateurs" zal nog een aantal combinatiemogelijkheden worden gepubliceerd, onder andere een mengversterker en een complete stereo-installatie. Maar misschien hebt u dan inmiddels zelf uitgezocht hoe dat moet. Het elektronische dominospel is immers gemakkelijk zelf te spelen.

Afb. 4 Voorbeeld van het aansluiten van een voedingseenheid d.m.v. een z.g. spanningsrail (zie tekst).





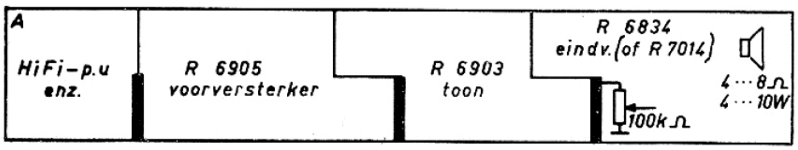
Afb. 5 De eenvoudigste combinatiemogelijkheid: een „gewone" toonopnemer, b.v. een kristalopnemer, aangesloten op de 2,5-watt versterker R 7014.



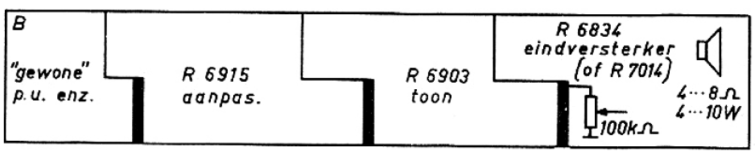
Afb. 6 Dezelfde schakeling als afb. 5, maar met een groter uitgangsvermogen. Bij gebruik van versterker R 6834 en een „gewone" toonopnemer is een aanpassingseenheid nodig.



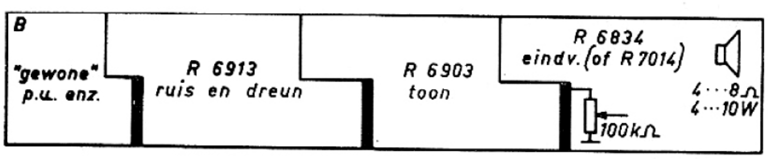
Afb. 7 Eenvoudige versterker voor een HiFi-toonopnemer.



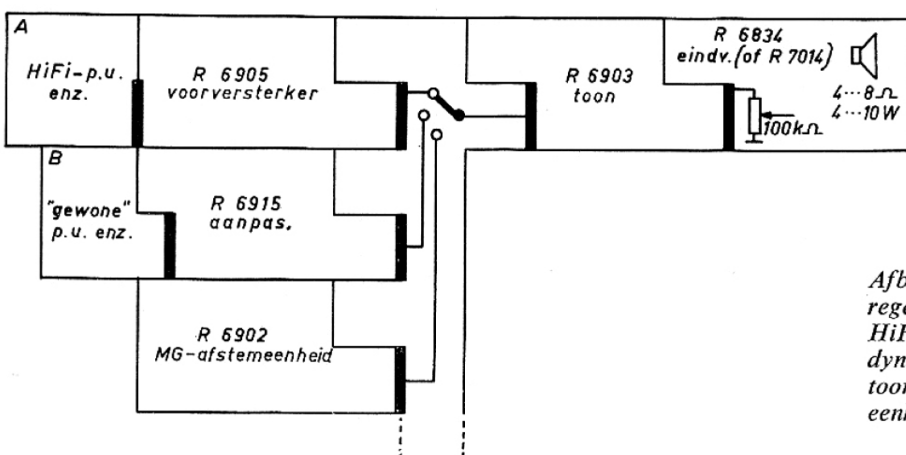
Afb. 8 De schakeling van afb. 7. uitgebreid met een toonregeleenheid.



Afb. 9 De schakeling van afb. 6, uitgebreid met een toonregeleenheid.



Afb. 10 De schakeling van afb. 9, uitgebreid met een ruis- en dreunfilter. Hierdoor kan de aanpassingseenheid vervallen.



Afb. 11 Een versterker met toonregeleenheid, omschakelbaar op een HiFi-toonopnemer (of b.v. elektrodynamische microfoon), „gewone" toonopnemer en middengolfafstemeenheid.

Een gewillig oor

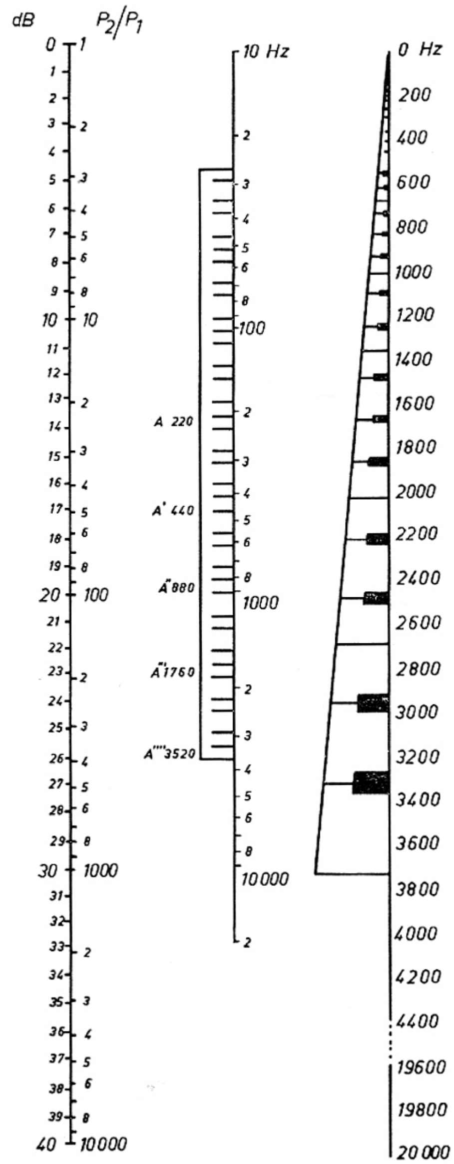
Ons oor is een gewillig instrument dat tot ongelooflijke prestaties in staat is, al heeft het er de schijn van dat onze oren niet erg objectief functioneren. In dit artikel zullen wij er wat meer van vertellen en terloops het nut van logaritmische schaalverdelingen en decibels belichten.

Geluidssterkte

Geluid is een vorm van energie, die we kunnen uitdrukken in watt. Levert een versterker eerst 0,1 watt aan een luidspreker en verhogen we vervolgens de energie met 0,1 watt tot 0,2 watt, dan is het net te horen dat het geluid krachtiger is geworden.
Laten we de versterker eerst 10 watt leveren en verhogen we daarna de luidsprekerenergie weer met 0,1 watt tot 10,1 watt, dan horen we geen enkel verschil in geluidssterkte.
We kunnen dus niet zeggen dat we 0,1 watt verschil in geluidsenergie kunnen horen, want dat hangt helemaal af van de hoogte van het geluidsniveau. In feite kunnen we alleen maar horen wanneer de geluidssterkte met een bepaalde factor toeneemt. De stap van 0,1 naar 0,2 watt is volgens ons gehoor vrijwel even groot als van 10 naar 20 watt. In beide gevallen wordt de energie namelijk verdubbeld.
Om deze reden drukt men de geluidssterkte liever niet uit in een absolute maat, zoals de watt, maar in een verhoudingsmaat: de decibel, meestal geschreven als dB.
In afb. 1 is een schaal getekend die het omrekenen van een energieverhouding in dB mogelijk maakt. Is vermogen P_2 tweemaal zo groot als vermogen P_1, dan is P_2 3 dB groter dan P_1; 0,2 watt is dus 3 dB meer dan 0,1 watt en 20 watt is 3 dB meer dan 10 watt.
De schaal van afb. 1 loopt tot 40 dB, wat overeenkomt met een verhouding tussen P_2 en P_1 van 10.000. Het opmerkelijke is dat de dB-getallen veel minder snel stijgen dan de verhoudingsgetallen P_2/P_1.
We hebben de dB een verhoudingsmaat genoemd. We kunnen ook zeggen: een relatieve of logaritmische maat. Nu dringt zich meteen het verband met de logaritmische potentiometer op. Bij lineaire potentiometers verandert de weerstand steeds evenveel wanneer hij over een bepaalde hoek wordt verdraaid. Bij een logaritmische potentiometer neemt de weerstand tussen loper en „onderkant” in het begin langzaam en aan het eind snel toe. Gebruiken we een logaritmische potentiometer als sterkteregelaar, dan neemt de luidsprekerenergie in het begin langzaam en aan het eind snel toe. Omdat ons gehoor alleen gevoelig is voor de relatieve toeneming van de geluidssterkte (m.a.w.: logaritmisch is), krijgen we de indruk dat de sterkteregelaar over het hele regelbereik evenveel doet. Neemt u voor de proef maar eens een lineaire potentiometer als sterkteregelaar, dan zult u merken dat, als u de knop rechtsom draait, het geluid snel aanzwelt en dat de regelaar het laatste stuk vrijwel niets meer doet.

De piano is een logaritmentafel

Ons oor is niet alleen logaritmisch wat de geluidssterkte, maar ook wat de toonhoogte betreft. Het verschil tussen een toon van 50 en een van 60 Hz is goed te horen, maar u bent onwaarschijnlijk muzikaal als u het verschil hoort tussen een toon van 5000 en een van 5010 Hz, terwijl in beide gevallen het frequentieverschil 10 Hz bedraagt. Ook hier geldt dat we alleen de relatieve verschillen horen. Het toonverschil tussen een toon van 50 en een van 60 Hz is gelijk aan dat tussen een toon van 5000 en een van 6000 Hz.
Is de frequentie van een toon tweemaal zo hoog als die van een andere, dan is het toonhoogtever-

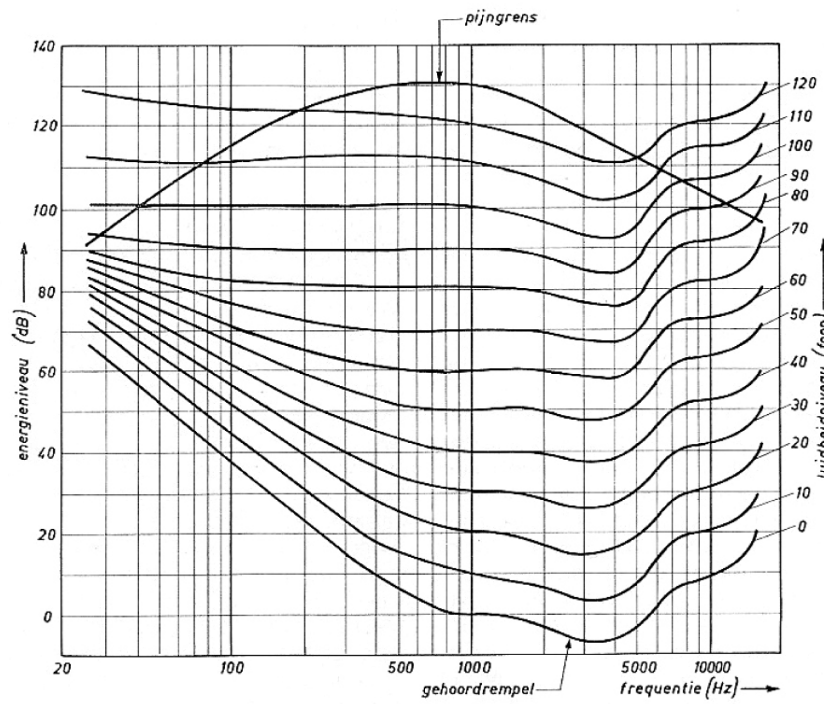


Afb. 1 links: Het omrekenen van energieverhoudingen in decibel.
Afb. 2 midden: Een lineaire frequentieschaal met een „lineair” pianoklavier.
Afb. 3 rechts: Bij een logaritmische schaal krijgt het toetsenbord zijn gebruikelijke aanzien.

schil een octaaf. De vierde A vanaf links op een gewone piano heeft een frequentie van 220 Hz. Zeven witte toetsen naar rechts bevindt zich de A′ (A eenmaal gestreept of A eengestreept) die een frequentie van 440 Hz heeft. Weer zeven witte toetsen verder ligt de A″ met een toonhoogte van 880 Hz enz.
Na een octaaf is de frequentie dus steeds verdubbeld. Dat geldt natuurlijk ook voor alle andere toetsen.
Waarom vertellen wij u dit? Kijk maar eens naar afb. 2, waarin een lineaire frequentieschaal is getekend: het frequentieverschil tussen twee deelstrepen is steeds 200 Hz. Onder de schaalverdeling is het klavier van een „lineaire" piano getekend. Het is duidelijk dat een lineaire piano een onbespeelbaar wangedrocht is.
Daarom kunnen we beter een verhoudingsschaal, ofwel een logaritmische schaal gebruiken. Dat is in afb. 3 gedaan. Het stuk van de schaal tussen 10 en 100 Hz is gelijk aan dat tussen 100 en 1000 en tussen 1000 en 10.000 Hz. Het onder de schaal getekende pianoklavier heeft nu zijn gebruikelijke aanzien. Een ordentelijke piano behoort dus een logaritmisch frequentieverloop te hebben. Vandaar onze bewering dat een piano een logaritmentafel is.
De conclusie die we uit dit alles kunnen trekken is dat het uitbeelden van frequentieverschijnselen in een grafiek veel duidelijker is als men een logaritmische schaalverdeling gebruikt.

De krommen van Fletcher-Munson

We keren nog even terug naar de decibel en herineren eraan dat dit een logaritmische ofwel een verhoudingsmaat is. Dat wil zeggen dat men van de geluidssterkte eigenlijk alleen maar kan zeggen hoe die zich verhoudt tot een andere geluidssterkte. Neemt men dus één bepaald geluidsniveau als basis aan, dan kan elke andere geluidssterkte worden uitgedrukt als „zoveel maal" die basiseenheid.
Als basis heeft men de z.g. „gehoordrempel" gekozen. Dat is de sterkte van een toon die iemand met normale oren nog juist kan waarnemen. Deze geluidssterkte stelt men op 0 foon. De onderste kromme in afb. 4 stelt de gehoordrempel voor. De energie van een



Afb. 4 De krommen van Fletcher- Munson.

toon van 1000 Hz, die we nog juist kunnen waarnemen, stelt men op 0 dB. De getallen links van de grafiek geven dus aan hoe groot de geluidsenergie is ten opzichte van die bij 1000 Hz.
Doordat de geluidssterkte van een lage toon veel groter moet zijn dan die van een toon uit het middengebied, wanneer beide tonen juist boven de gehoordrempel uitkomen, is de onderste kromme nogal krom. Uit afb. 4 kan worden afgelezen dat de gehoordrempel bij 90 Hz 40 dB hoger ligt dan bij 1000 Hz.
Dit wil dus zeggen dat een toon van 90 Hz 40 dB ofwel tienduizendmaal zoveel energie moet hebben om boven de gehoordrempel uit te komen als een toon van 1000 Hz.
Verhogen we de energie van de 1000-Hz toon met 10 dB, dan zullen we een bepaalde geluidssterkte waarnemen, die we 10 foon noemen. Vervolgens kan voor elke andere toonhoogte de energie worden bepaald die nodig is om de toon even luid te laten klinken. Zo ontstaat de 10-foon kromme. Op dezelfde wijze worden de krommen voor 20, 30 enz. foon bepaald. De krommen in afb. 4 vertegenwoordigen de punten van gelijke geluidssterkte en heten de krommen van Fletcher-Munson.

Het merkwaardige oor

Uit afb. 4 blijken enkele merkwaardige gedragingen van ons oor. We noemden al het feit dat de gevoeligheid voor lage tonen aanzienlijk kleiner is dan voor tonen uit het middengebied.
Hoeveel kleiner? Stellen we het geluidsniveau in op 0 dB bij 1000 Hz (0 foon) en verlagen we de toonhoogte tot 90 Hz, dan horen we niets meer. We moeten de geluidsenergie 40 dB opschroeven voordat we bij 90 Hz boven de gehoordrempel uit komen. Dat wil zeggen: 10.000 maal zoveel energie.
Stellen we de versterker echter zo in dat bij 1000 Hz de geluidssterkte 50 foon is en verlagen we vervolgens, bij gelijkblijvende luidsprekerenergie, de toonhoogte tot 90 Hz, dan is de geluidssterkte nog maar 20 foon. Willen we dezelfde sterkte hebben als bij 1000 Hz, dan moeten we de luidsprekerenergie verhogen tot 70 dB, want dan zitten we pas weer op de kromme voor 50 foon. Dit wil zeggen dat een toon van 90 Hz 20 dB of honderdmaal zoveel energie moet hebben als die van 1000 Hz om dezelfde luidheidsindruk van 50 foon op ons te maken.
Als u nog even terugleest wat we voor de gehoordrempel vonden,

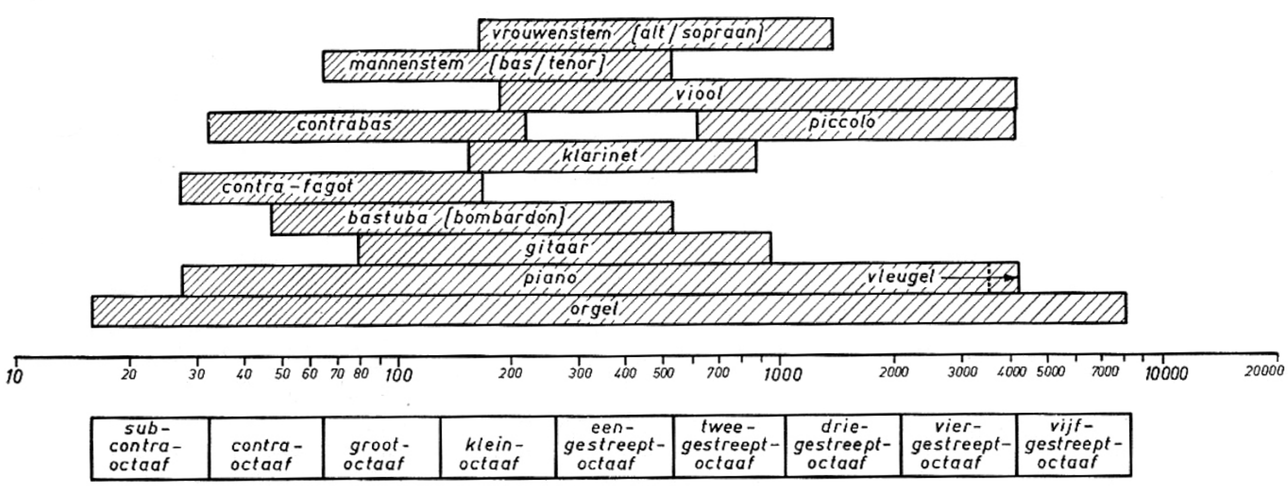
namelijk dat een toon van 90 Hz 40 dB sterker moet zijn dan een toon van 1000 Hz om even luid te klinken, dan blijkt iets merkwaardigs: de mate waarin de gevoeligheid van ons oor voor lage tonen afneemt, hangt af van het geluidsniveau. De kromme voor 100 foon in afb. 4 loopt zelfs helemaal horizontaal tussen 90 en 1000 Hz; bij een dergelijk niveau is ons oor dus even gevoelig voor beide toonhoogten.
Hieruit gaan we een verrassende conclusie trekken. We nemen aan dat u uw versterker helemaal open hebt staan en een orgelconcert beluistert (een orgel heeft een grote toonomvang). Ook nemen we aan dat de sterkteverhouding tussen hoge en lage tonen precies goed is, zodat u zich met gesloten ogen in de kerk kunt wanen. Nu draait u de knop terug, waardoor de energie van alle tonen in gelijke mate afneemt. Maar doordat uw oren bij een laag geluidsniveau minder gevoelig zijn voor lage tonen, krijgt u de indruk dat de lage tonen aanmerkelijk sneller in sterkte afnemen dan de midden- en hoge tonen. Kortom: de verhoudingen raken een beetje zoek. Daardoor lijkt het ook of een grote versterker meer lage tonen produceert dan een kleine.
Dit verschijnsel kan worden gecorrigeerd door de lagetonenregelaar wat naar rechts te draaien als u de volumeknop terugdraait. Het is echter eleganter een zogenaamde fysiologische sterkteregeling toe te passen.

Het volmaakte oor

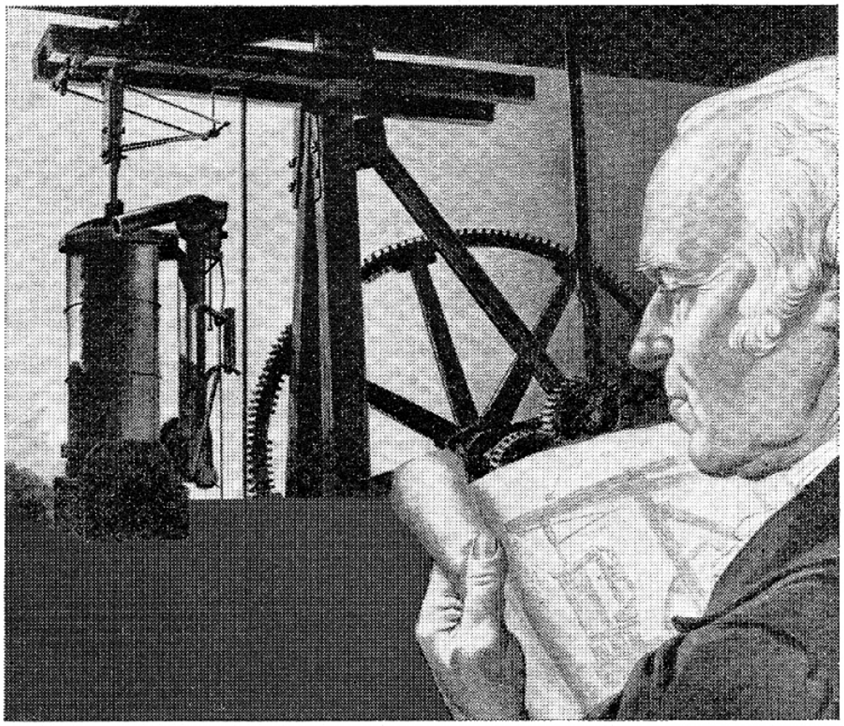
Misschien bent u na lezing van het voorgaande tot de slotsom gekomen dat ons oor er maar een potje van maakt. Niets is minder waar. Het feit dat we bij een laag luidheidsniveau lage tonen veel zwakker horen dan hoge is namelijk van geen enkel belang omdat we daaraan gewend zijn. We kunnen namelijk ook stellen dat de lage tonen in het dagelijks leven en in de muziek gewoonlijk een grotere energie hebben dan hoge tonen.
De moeilijkheden ontstaan pas als we een gamma van geluiden, zoals een orkest die voortbrengt, in zijn geheel naar een lager of hoger niveau brengen. Dat kan zijn wanneer ingeblikte muziek via een te zacht afgestelde versterker wordt weergegeven, maar ook doordat we ons bijvoorbeeld ver verwijderen van een orkest. Let maar eens op als er een fanfarekorps voorbij trekt: de tuba verdwijnt het eerst.
In afb. 4 is nog de z.g. pijngrens aangegeven. Is de luidheid groter dan deze grens, dan ervaren we dat als pijn. Deze luidheid treedt pas op wanneer we bijvoorbeeld vlak bij een straalmotor staan. Voor een toon van 1000 Hz ligt de pijngrens 130 dB boven de gehoordrempel. Dat wil zeggen dat ons oor is ingericht voor het opvangen van geluiden die een factor 10^{13} of 10.000.000.000.000 (tienbiljoen) in sterkte verschillen. En dat is toch wel een prestatie om je petje met oorkleppen voor af te nemen. Deze enorme contrastomvang is alleen maar mogelijk doordat ons oor logaritmisch werkt.
Tot slot nog iets over de frequentieomvang die wij kunnen waarnemen. Ons oor is gevoelig voor tonen tussen ongeveer 15 en 16.000 Hz. We schrijven ongeveer, omdat jonge kinderen hogere tonen kunnen horen dan volwassenen en er voorts nog individuele verschillen zijn. Televisietoestellen plegen een fluittoon van 15.625 Hz voort te brengen en als u die nog kunt horen mag u niet mopperen over uw oren.
In afb. 5 is het toongebied getekend dat verschillende muziekinstrumenten en de menselijke stem kunnen voortbrengen. Bedenk hierbij dat alle instrumenten behalve de grondtonen een aantal boventonen of harmonischen voortbrengen, frequenties van 2, 3, 4 enz. maal zo hoog als de grondtoon. De harmonischen bepalen voornamelijk de klankkleur. Aan de sterkteverhouding van de harmonischen herkennen wij voor een belangrijk deel het muziekinstrument.
De hoogste toon op een concertvleugel is C'''''' met een toonhoogte van slechts 4.186 Hz. Gaat de geluidsinstallatie echter maar tot b.v. 4.200 Hz, dan worden alle harmonischen van de hoge pianoklanken weggemoffeld en klinkt het instrument nauwelijks nog als een piano. Om die reden moeten de balkjes van afb. 5 eigenlijk verder naar rechts worden doorgetrokken dan de hoogste grondtoon die het instrument kan voortbrengen.

Van een HiFi-versterker mag u verlangen dat hij „recht" is tot ten minste 15.000 Hz, want zelfs de harmonischen die boven de gehoorgrens liggen, en die we dus niet meer kunnen horen, hebben invloed op het totale klankbeeld.

Afb. 5 De toonomvang van enkele bekende muziekinstrumenten en van de menselijke zangstem.



James Watt DE VADER VAN DE STOOMMACHINE



De portretten van grote mannen uit de geschiedenis van de techniek, die wij in Nieuws voor Hobbyisten voor u schilderen, vallen in twee groepen uiteen. Daar zijn in de eerste plaats de diepe denkers, die hun grote denkraam openzetten voor de theoretische natuurkunde en die stap voor stap de zeer omvangrijke kennis van de natuur opbouwden. Zij verklaarden natuurkundige verschijnselen en soms, zoals in het geval van Maxwell, voorspelden zij die zelfs. Gewoonlijk bezaten zij echter twee linkerhanden en bekommerden zij zich niet om de praktische bruikbaarheid van hun ideeën.
De tweede groep zijn de uitvinders, praktisch denkende mensen, die zich afvroegen hoe zij de krachten van de natuur konden temmen en bruikbaar maken voor de mensheid of, minder verheven, voor hun eigen welvaart. Tot de laatste categorie behoorde Edison. Ook James Watt, aan wie dit artikel gewijd is, was een echte uitvinder. Hij voegde vrijwel niets toe aan de zuiver wetenschappelijke kennis, maar paste integendeel die kennis toe op de problemen van zijn tijd. Eén van die problemen was het gebrek aan betrouwbare energiebronnen, krachtiger en efficiënter dan een paard in een tredmolen en minder afhankelijk van regenval en wind dan waterrad en windmolen. Watt maakte de stoommachine bruikbaar als energiebron voor tal van doeleinden en boorde in figuurlijke zin de enorme hoeveelheden energie aan, die in de vorm van steenkool lagen te wachten. Daarmee stond hij aan de wieg van de industriële revolutie.

Een stille jongen

James Watt werd op 19 januari 1736 geboren in Greenock, onder de rook van Glasgow. Zijn vader, een timmerman, was juist bezig de onderste treden van de maatschappelijke ladder te bestijgen en zou in later jaren met het bouwen van huizen en schepen een niet onaanzienlijke welstand bereiken. James Junior - ook zijn vader luisterde naar de naam James - scheen weinig talenten te bezitten. Hij was teruggetrokken en niet bijster sterk. Op school trokken alleen zijn wiskundeprestaties enige aandacht. Hij voelde zich het meest aangetrokken tot het werk van wiskundig instrumentmaker, een ambacht dat het vervaardigen van instrumenten voor de zeevaart en de sterrekunde omvatte.
In 1754, achttien jaar oud, vertrok hij naar Glasgow om van een opticiën de eerste kneepjes van het instrumentmakersvak te leren, maar al na een jaar trok hij verder naar de grote stad Londen, in die jaren het centrum van de instrumentmakerswereld. Drie jaar later keerde Watt als volleerd wiskundig instrumentmaker terug naar Glasgow en vestigde zich in een van de universiteitsgebouwen, want volgens het gildewezen was hij nog leerling en leerlingen mochten nog geen eigen zaak openen. Hoewel het hem aanvankelijk niet voor de wind ging, hoofdzakelijk doordat hij geen goed zakenman was, breidde zijn instrumentmakerij zich gestadig uit toen hij eenmaal een compagnon voor zijn zaken had weten te interesseren. Nadat zijn officiële leerlingentijd verstreken was, opende hij een zaak in het centrum van Glasgow.
In 1764 trouwde hij met zijn nicht Margaret Miller. In hetzelfde jaar begon hij voor het eerst aan stoommachines te knutselen. Men meent meestal ten onrechte dat James Watt de uitvinder van de stoommachine is. Er

waren toentertijd echter al tientallen jaren lang stoommachines in bedrijf. Om Watt's verdiensten op dit gebied naar waarde te kunnen schatten, moeten we eerst iets vertellen over de eerste stoommachines en hun uitvinders.

Atmosferische stoommachines

In 1650, meer dan honderd jaar voordat Watt met zijn stoomexperimenten begon, construeerde Otto von Guericke, burgemeester van Maagdenburg, een luchtpomp waarmee hij verschillende interessante proeven deed. Zo nam hij op een dag in 1654 twee metalen halve bollen die hij tegen elkaar plaatste, om vervolgens via een ventiel de lucht ertussenuit te pompen. Het bleek dat zestien paarden, acht aan elke kant, niet in staat waren de halve bollen van elkaar los te trekken. Dit zijn de fameuze Maagdenburger halve bollen, die in geen natuurkundelokaal, zij het in miniatuuruitvoering, plegen te ontbreken.
Hiermee toonde Von Guericke de enorme luchtdruk aan die aan het oppervlak van de aarde heerst. Wij weten nu dat deze luchtdruk ongeveer één kilogramkracht per vierkante centimeter, ofwel 1 atmosfeer bedraagt. Aangezien de samengestelde bol een diameter had van 50 centimeter, en dus een oppervlakte van bijna 8000 cm^2, hield de atmosfeer de halve bollen met een kracht van verscheidene tonnen op elkaar geklemd. Dergelijke proeven brachten onder andere Denis Papin, een leerling van Huygens, op de voortreffelijke gedachte de enorme druk van de atmosfeer om te zetten in een bruikbare vorm. Hij vervaardigde een cilinder met een gesloten onderkant, waarin hij water goot. Daarna bracht hij een zuiger aan in de cilinder. Bracht hij nu het water aan de kook, dan vulde de ruimte onder de zuiger zich met stoom die de zuiger omhoog drukte. Liet hij de cilinder vervolgens afkoelen, dan condenseerde de stoom tot water, dat een veel kleiner volume heeft dan stoom. Doordat de zuiger in de bovenste stand werd vastgehouden door een pal, ontstond in de cilinder een vacuüm. Na het loslaten van de zuiger drukte de atmosfeer de zuiger dan naar beneden.
Op dit vernuftige maar onbruikbare werktuig baseerde de Engelsman Thomas Newcomen in 1712 zijn stoommachine. Hij gebruikte een stoomketel die stoom met een druk van 1 atmosfeer leverde, dat wil zeggen gelijk aan de atmosferische druk. Met deze stoom vulde hij een cilinder, waarvan de zuiger zich normaal in de bovenste stand bevond als gevolg van het gewicht van de pompzuiger die aan de andere kant van het balansjuk was opgehangen. Als de ruimte onder de zuiger met stoom was gevuld, sloot hij de stoomtoevoer af en koelde vervolgens de cilinder af, waardoor de stoom in de cilinder condenseerde. Daardoor ontstond dan een vacuüm, zodat de zuiger door de luchtdruk, die aan de bovenkant van de zuiger heerste, naar beneden werd gedrukt en de pompzuiger aan de andere kant van het juk omhoog werd getrokken.
Deze machine had verschillende nadelen. De stoom werd alleen maar gebruikt om onder de zuiger een vacuüm te creëren; de eigenlijke werkdruk werd geleverd door de atmosfeer. Bovendien moest de cilinder beurtelings worden verhit en afgekoeld. Daardoor vrat het ding, in verhouding tot de energie-opbrengst, grote hoeveelheden steenkool. En tenslotte was de machine door de op- en neergaande beweging alleen maar geschikt voor het aandrijven van andere op- en neergaande werktuigen, in feite dus alleen zuigerpompen.

Watt verbetert de stoommachine

Hier komt James Watt in het beeld. Van de Glasgowse universiteit kreeg hij namelijk in 1764 een exemplaar van Newcomens stoommachine ter reparatie aangeboden. Watt beperkte zich niet tot het repareren, maar ging zich afvragen of de machine niet wat efficiënter zou kunnen werken. Zo kwam hij op het idee het condenseren van de stoom niet in de cilinder zelf, maar daarbuiten te laten plaatsvinden, zodat de cilinder op een gelijkmatige hoge temperatuur kon worden gehouden. Daartoe construeerde hij een condensor, een vat waaruit hij de lucht wegpompte met een pomp die door de stoommachine zelf werd aangedreven. Zodra de zuiger in de bovenste stand was, werd er een klep geopend tussen cilinder en condensor, waardoor de stoom in de condensor werd gezogen om te condenseren, terwijl de atmosferische druk er voor zorgde dat de zuiger naar beneden bewoog. Het steeds opnieuw afkoelen van de cilinder was nu niet meer nodig, zodat Watt's verbetering de stoommachine veel efficiënter maakte.

Watt bracht in later jaren nog verschillende andere verbeteringen aan. Hij construeerde de eerste dubbelwerkende stoommachine, waarbij de stoom beurtelings boven en onder de zuiger werd toegelaten en waardoor de energie-opbrengst bijna verdubbelde. Ook bedacht hij een methode om de op- en neergaande beweging van de zuiger om te zetten in een draaiende beweging, waardoor het aantal toepassingsmogelijkheden van de machine aanzienlijk werd uitgebreid. Deze omzetting gebeurde met z.g. planeetwielen, want de krukas, die tegenwoordig voor dit doel algemeen wordt gebruikt, was weliswaar bekend, maar werd beschermd door een patent.

De stoommachines van Watt veroverden de markt niet bepaald stormenderhand. Dat kwam gedeeltelijk doordat de genoemde verbeteringen pas in de loop van tientallen jaren werden aangebracht. Toch leverde Watt tussen 1780 en 1800, toen zijn patenten afliepen en hij zich uit de zaken terugtrok, meer dan 500 stoommachines.

Ondanks de verbeteringen hadden Watt's stoommachines een groot nadeel. Alle machines berustten op het principe dat de zuiger door de atmosferische druk werd bewogen wanneer in de ruimte onder de zuiger door middel van condenserende stoom een vacuüm was ontstaan. Pas omstreeks 1804, toen Watt op zijn lauweren rustte, bouwde de Amerikaan Oliver Evans een „hogedrukstoommachine", waarbij de stoom onder een druk van 3,5 atmosfeer de zuiger tegen de atmosferische druk in verplaatste. De effectieve druk op de zuiger is namelijk altijd gelijk aan het verschil tussen de absolute druk aan boven- en onderkant. Bij een atmosferische machine van Watt kan dit verschil nooit groter zijn dan één atmosfeer (de atmosferische druk van 1 atm minus 0 atm van het vacuüm). Bij het gebruik van hogedrukstoom van bijvoorbeeld 10 atm is de effectieve zuigerdruk 10 — 1 = 9 atm, dus

negenmaal zo groot. Daardoor kunnen stoommachines worden gebouwd die in verhouding tot hun vermogen veel kleiner zijn dan de atmosferische machines van Watt. Deze had nooit met de stoomwet onder zijn kussen geslapen en vond het gebruik van stoom onder druk een gevaarlijke onderneming.
James Watt overleed op 25 augustus 1819, 83 jaar oud, in zijn landhuis te Heathfield. Zijn uitvindingen hebben de opkomst van de industrie mogelijk gemaakt en zijn naam is niet zonder reden verbonden aan de eenheid van vermogen. Niet omdat hij met zijn stoommachines een aardig vermogen had verzameld, maar omdat het vermogen van zijn machines, dat wil zeggen de hoeveelheid energie die zij per uur konden leveren, voldoende groot was om schepen en treinen voort te bewegen en tal van machines aan te drijven. Daarmee werden paarden, windmolens en waterraderen in veel gevallen overbodig.
Aanvankelijk werden alleen elektrische vermogens uitgedrukt in watt, maar door de invoering van het Giorgi-eenhedenstelsel worden tegenwoordig ook mechanische vermogens in watt opgegeven. Het vermogen van bijvoorbeeld stoommachines en verbrandingsmotoren, dat vroeger (en ook nu nog wel) werd opgegeven in paardekracht, wordt tegenwoordig steeds meer vermeld in watt of kilowatt. En daarin zit een mooie symboliek.

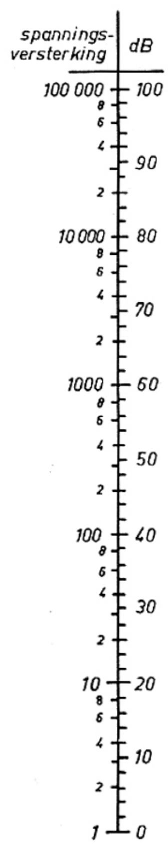
Stereodecoder R 6823 ook geschikt voor FM 13

De stereodecoder uit het Philips onderdelenpakket R 6823 kan behalve bij de FM-afstemeenheid R 6813 ook bij de afstemeenheden R 6610 en FM 13 worden toegepast. Voor inbouw in de FM 13 is een speciaal inbouwvoorschrift beschikbaar, dat aan belangstellenden gratis wordt toegezonden. Aanvragen hiervoor kunt u zenden aan Philips Nederland n.v., afd. service/bouwdozen, Eindhoven.

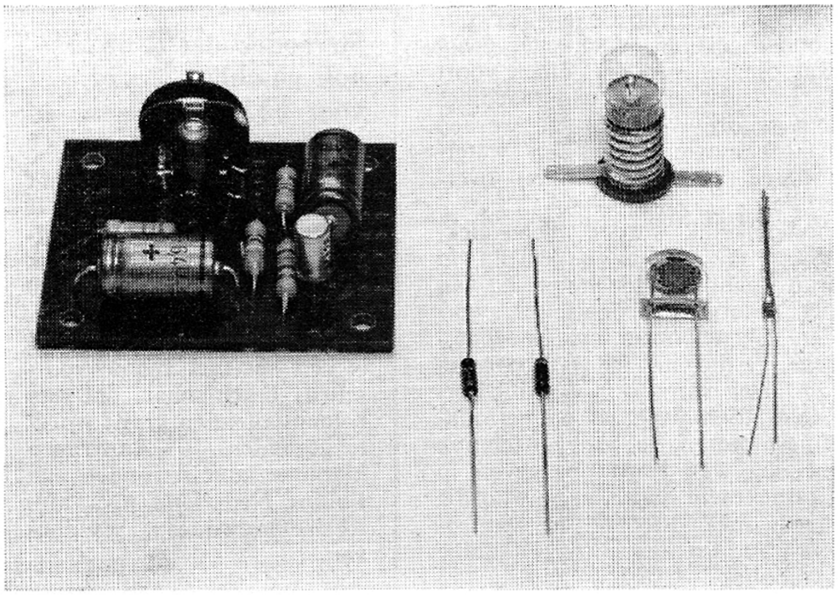
Rekenen met decibels

Logaritmische schaalverdelingen en eenheden, zoals de decibel, worden gebruikt omdat dit veel beter aansluit bij het gedrag van ons oor, dat is ingericht voor sterkte- en frequentieverhoudingen en niet voor verschillen.
Een verhouding wil rekenkundig zeggen: een deling. Een verschil is rekenkundig een aftrekking. Kortom: ons oor is gevoelig voor P_2/P_1 en f_2/f_1 en niet voor $P_2 - P_1$ en $f_2 - f_1$.

Misschien weet u dat het rekenen met logaritmen het voordeel heeft dat bepaalde rekenkundige bewerkingen vereenvoudigd worden: vermenigvuldigen wordt teruggebracht tot optellen, delen wordt aftrekken. Rekenlinialen, die logaritmische schaalverdelingen hebben, berusten op dit principe. Aan het rekenen met de logaritmische maat decibel is dus ook het voordeel verbonden dat de berekeningen eenvoudiger uitvallen. In nevenstaande afbeelding is een schaal getekend met aan de ene kant decibels en aan de andere kant versterkingsfactoren (het gaat hier om spanningen en niet om vermogens; daarom is de afbeelding niet gelijk aan de schaal van afb. 1 in het artikel „Een gewillig oor").
Laten we aannemen dat een voorversterker 1000x versterkt en de eindversterker nog eens 10x. De totale versterking is dan 1000 x 10 = 10.000 (vermenigvuldiging). Met decibels gaat de berekening als volgt: 1000x = 60 dB, 10x = 20 dB, totale versterking is 60 dB + 20 dB = 80 dB. In afb. 1 kunt u zien dat het klopt. In plaats van te vermenigvuldigen hebben we nu opgeteld.



Dit voorbeeld is niet zo sprekend omdat we ronde getallen hebben gebruikt. Maar als de voorversterker 810x versterkt en de eindversterker 12x, dan vinden we in de afbeelding 810 x 12 = 58 dB + 22 dB = 80 dB = circa 10.000x.
Meestal echter wordt de versterking (of de verzwakking) meteen in dB gegeven. Dan hoeft er helemaal niets te worden omgerekend.
Ook verzwakkingen, die men kan opvatten als negatieve versterkingen, kunnen met dB's gemakkelijk worden berekend. Stel dat we een versterker hebben, bestaande uit de voorversterker R6905, die 60 dB versterkt, ruis- en dreunfilter R6913, toonregeleenheid R6903 en een eindversterker die 40 dB versterkt. De lagetonenregelaar staat helemaal teruggedraaid. In de grafiek (zie de handleiding) lezen we af dat tonen van 70 Hz 16 dB worden verzwakt. Het dreunfilter staat in de derde stand en in de grafiek, die bij de handleiding is afgedrukt, lezen we voor tonen van 70 Hz een verzwakking van 5 dB af. De totale versterking bij 70 Hz bedraagt nu: 60 dB — 16 dB — 5 dB + 40 dB = 79 dB.
Tonen van 1000 Hz worden door de toonregeleenheid en het ruis- en dreunfilter niet verzwakt, maar ook niet versterkt. Voor die tonen is de versterking dus 0 dB. Bij 1000 Hz is de totale versterking dus 60 dB + 0 dB + 0 dB + 40 dB = 100 dB.
De tonen van 70 Hz zijn dus 100 dB — 79 dB = 21 dB zwakker dan die van 1000 Hz. Probeert u dit maar eens uit te rekenen met gewone versterkingsfactoren dan zult u zien dat dat heel wat omslachtiger is.



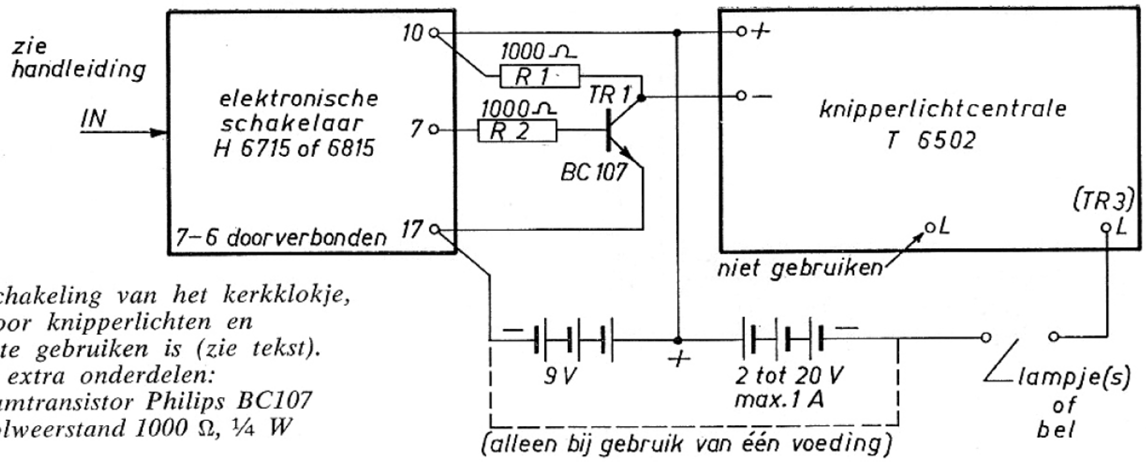
De gemonteerde elektronische schakelaar (H 6815) met de speciale onderdelen voor o.m. „licht-" en temperatuur"-gevoelige schakelingen.

Enkele praktische toepassingen met de elektronische schakelaar

Het aantal toepassings- en combinatiemogelijkheden met Philips onderdelenpakketten is zeer groot. U kunt daarvan een indruk krijgen door van achteren naar voren te redeneren. Dus niet: hier heb ik een onderdelenpakket, wat kan ik daar allemaal mee doen, maar: hier heb ik een probleem, hoe kan ik dat oplossen met onderdelenpakketten? Heel dikwijls zal dan blijken dat er met de onderdelenpakketten een fraaie en niet te dure oplossing mogelijk is. Aan dit feit danken de pakketten een groot deel van hun populariteit. Niet alleen de beginnende amateur, die zich bij zijn eerste wankele schreden op het pad van de elektronica wil verzekeren van de steun van een goede handleiding, maar ook de doorgewinterde technicus die snel een uitgeknobbelde schakeling nodig heeft, kan terecht bij de serie onderdelenpakketten van Philips. In dit artikel houden wij ons bezig met enkele „schakel"-schakelingen, de elektronische schakelaar H 6715 en de knipperlichtcentrale T 6502, waarmee een automatisch kerkklokje en een akoestisch relais worden opgebouwd.
De elektronische schakelaar is ongetwijfeld één van de meest intigrerende onderdelenpakketten uit de reeks. Inventieve geesten weten voor deze schakelaar duizend en één toepassingen te bedenken. Combinatie van de schakelaar met andere onderdelenpakketten of uitbreiding met enkele losse onderdelen opent nog bredere perspectieven.

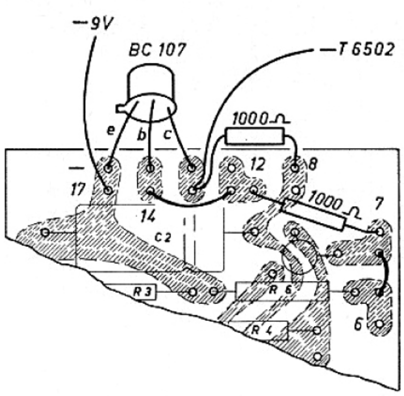
Een kerkklokje

De hierboven gevolgde redenering ligt duidelijk ten grondslag aan de nu te beschrijven confessionele schakeling. Het probleem was: hoe kan men een model-kerkklokje periodiek laten beieren? Het is duidelijk dat hiervoor een schakeling nodig is die stroomstoten afgeeft, voldoende krachtig om het miniatuurklokje te laten luiden. De knipperlichtcentrale T 6502 is hier de aangewezen schakeling. Deze kan een periodieke stroom van niet minder dan 1 ampère leveren bij een spanning van ongeveer 18 volt (minder kan ook natuurlijk). Dat is ruimschoots voldoende om een uit de kluiten gewassen kerkklok formidabel te laten luiden. Er is ook genoeg energie om bijvoorbeeld een groot aantal lampjes van een overweg te laten knipperen, zodat u met de hier beschreven schakeling niet aan het klokje vastzit.
Het probleem dat hierna moet worden opgelost is dat de klok niet voortdurend dient te beieren, maar bijvoorbeeld om de twee minuten of bij het passeren van een trein. In het eerste geval is kennelijk een tijdschakelaar nodig, in het tweede een schakeling die reageert op een bepaalde gebeurtenis, zoals het wegvallen van licht als een trein een LDR passeert. Voor beide functies is de elektronische schakelaar H 6715 (of de uitgebreide versie H 6815) uitermate geschikt. We hebben nu twee schakelingen: een knipperlichtcentrale die met korte tussenpozen stroomstoten afgeeft en een elektronische schakelaar die de knippercentrale op gezette tijden dient in en uit te schakelen, ofwel automatisch met vaste tussenpozen, ofwel als reactie op een bepaalde gebeurtenis.
Een combinatie van de beide schakelingen biedt dus weidse perspectieven. Helaas kunnen ze in dit geval niet zonder meer met elkaar worden verbonden, onder meer omdat de knipperlichtcentrale op een veel hoger energieniveau moet kunnen werken dan de elektronische schakelaar zonder relais kan schakelen.



Afb. 1 Schakeling van het kerkklokje, die ook voor knipperlichten en dergelijke te gebruiken is (zie tekst). Benodigde extra onderdelen: TR_1 Siliciumtransistor Philips BC107 R_1, R_2 Koolweerstand 1000 Ω, ¼ W

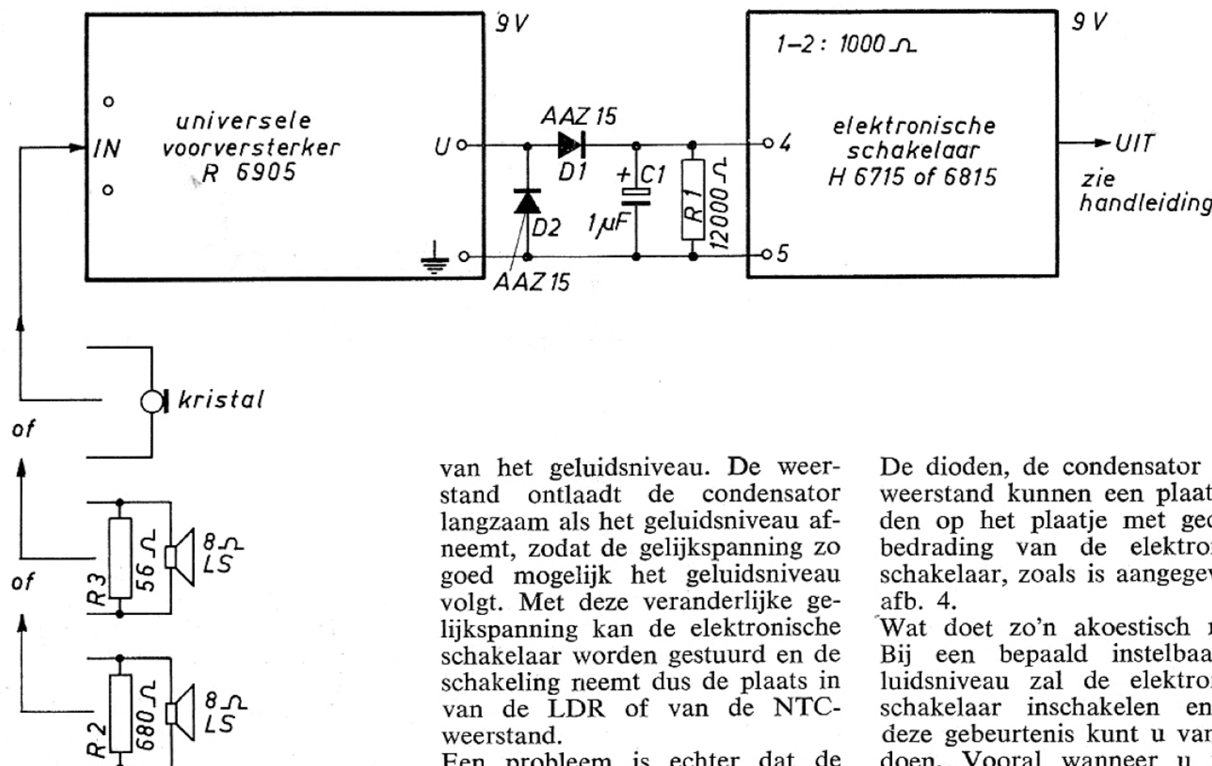
Daarom is de in afb. 1 getekende oplossing gekozen. De transistor BC 107 fungeert als schakelaar, waarmee de transistors TR_1 en TR_2 van de knipperlichtcentrale worden ingeschakeld. Het kerkklokje of de lampjes worden *niet* aangesloten tussen de punten L en L van de knipperlichtcentrale, maar tussen één van deze punten, en wel het punt L *dat verbonden is met de collector van* TR_3 (beslist niet het andere L-punt gebruiken) en de min van een afzonderlijke batterij. De plus van deze batterij is verbonden met de plus van een 9-volts batterij, die dient voor het voeden van de elektronische schakelaar en van TR_1 en TR_2 van de knipperlichtcentrale. Eén en ander is getekend in afb. 1. Vanzelfsprekend kunt u voor „batterij" „voeding" lezen.
Waarom zo omslachtig, met twee batterijen? Het voordeel hiervan is dat men niet gebonden is aan de spanning van 9 volt die voor de elektronische schakelaar nodig is. De tweede voedingsspanning kan nu volkomen worden aangepast aan hetgeen gestuurd moet worden. Wanneer alleen een kerkklokje moet worden gestuurd waarvoor bijvoorbeeld het belletje nr. 638 van Faller kan worden gebruikt), kan men doorgaans, afhankelijk van het gebruikte type, volstaan met minder dan 20 volt en 1 ampère. Waneer men genoeg heeft aan 9 volt, kan men de beide voedingen combineren, zoals in afb. 1 met een streeplijn is aangegeven. Deze verbinding mag alleen maar worden gelegd bij gebruik van één batterij of voeding.
De extra onderdelen, de transistor en de twee weerstanden, kunnen op het plaatje met gedrukte bedrading van de elektronische schakelaar worden gemonteerd, zoals in afb. 2 is getekend.
Voor verdere details, zoals de ingangsmogelijkheden van de elektronische schakelaar en de uitgangsmogelijkheden van de knipperlichtcentrale, verwijzen wij naar de handleidingen bij de onderdelenpakketten.



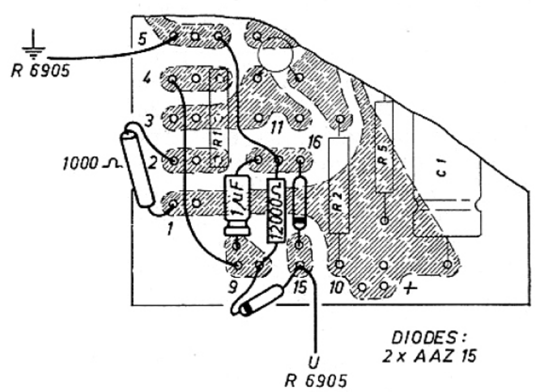
Afb. 2 De extra onderdelen kunnen op het plaatje met gedrukte bedrading van de elektronische schakelaar worden gemonteerd.

Akoestisch relais

Ook het akoestisch relais is van achteren naar voren ontwikkeld. De elektronische schakelaars H 6715 en H 6815 kan men zo inrichten dat ze in- of uitschakelen bij licht, duisternis, vocht, droogte, warmte of koude. Anders gezegd: de elektronische schakelaar reageert op een spanningsverandering aan de ingang en elk verschijnsel dat men kan omzetten in een spanningsverandering kan dus dienen om de schakelaar te besturen. Bij licht en warmte beschikken we over LDR's en NTC-weerstanden, waarvan de weerstand afneemt als de lichtsterkte of de temperatuur stijgt. Deze weerstandsverandering is op eenvoudige wijze om te zetten in een spanningsverandering, waarmee de elektronische schakelaar gecommandeerd wordt.
Willen we deze schakelaar laten reageren op een bepaald geluidsniveau, dan moeten we in plaats van de LRD of de NTC-weerstand een element nemen waarvan bijvoorbeeld de weerstand verandert als het geluidsniveau hoger wordt. Nu doet zich het trieste feit voor dat een dergelijk eenvoudig element niet bestaat. Het is echter wel mogelijk een schakeling te bedenken die zich op de gewenste manier gedraagt. Wanneer geluid door middel van een microfoon wordt omgezet in een wisselspanning, zal de amplitude van deze wisselspanning afhankelijk zijn van de sterkte van het geluid. Richt men de wisselspanning gelijk, dan ontstaat een gelijkspanning waarvan de grootte afhangt van het geluidsniveau. In afb. 3 is een dergelijke gelijkrichtschakeling getekend. De schakeling is aangesloten op de ingang (de punten 4 en 5) van de elektronische schakelaar en bestaat uit twee Philips dioden AAZ 15, een condensator van 1 μF en een weerstand van 12.000 Ω. Deze schakeling, die veel lijkt op de gelijkrichtschakeling uit een voedingsapparaat, werkt als volgt: de positieve gedeelten van de wisselstroom worden doorgelaten door de bovenste diode en laden de condensator op. De negatieve gedeelten worden kortgesloten door de andere diode. Hierdoor zal de bovenste plaat van de condensator meer of minder positief worden, afhankelijk van de grootte van de wisselspanning en daarmee



Afb. 3 Het akoestisch relais.
Benodigde extra onderdelen:
D_1, D_2 Philips AAZ 15
C_1 elektrolytische condensator 1 μF Philips 2222 002 17108
R_1 koolweerstand 12.000 Ω ¼ W
R_2 koolweerstand 680 Ω ¼ W
R_3 koolweerstand 56 Ω ¼ W



Afb. 4 Ook de extra onderdelen van het akoestisch relais kunnen een plaatsje vinden op het plaatje met gedrukte bedrading van de elektronische schakelaar.

van het geluidsniveau. De weerstand ontlaadt de condensator langzaam als het geluidsniveau afneemt, zodat de gelijkspanning zo goed mogelijk het geluidsniveau volgt. Met deze veranderlijke gelijkspanning kan de elektronische schakelaar worden gestuurd en de schakeling neemt dus de plaats in van de LDR of van de NTC-weerstand.
Een probleem is echter dat de wisselspanning die een microfoon of een als microfoon gebruikte luidspreker afgeeft, niet groot genoeg is om, na gelijkrichting, de elektronische schakelaar te sturen. Om deze reden wordt de gelijkrichtschakeling voorafgegaan door de universele voorversterker R 6905. Op de ingang van de voorversterker kan een kristalmicrofoon of een luidspreker met een impedantie van 8 of 150 Ω worden aangesloten. In afb. 3 is aangegeven hoe. Een koolmicrofoon kan hier niet worden gebruikt.
Het geluidsniveau waarbij de elektronische schakelaar zal inschakelen is op twee manieren te regelen:

a door met behulp van de instelpotentiometer de versterking van de voorversterker te veranderen;
b door de instelling van de niveauregelaar R_1 van de elektronische schakelaar te veranderen.

De beide schakelingen kunnen op dezelfde batterij of andere voedingsbron worden aangesloten; deze dient een spanning van circa 9 volt te leveren. De elektronische schakelaar trekt maximaal ongeveer 60 mA, de voorversterker circa 2 mA, zodat twee platte batterijen in serie gemakkelijk de vereiste stroom kunnen leveren. Ook het voedingsapparaat R 6606, dat als onderdelenpakket verkrijgbaar is, kan worden gebruikt.

De dioden, de condensator en de weerstand kunnen een plaats vinden op het plaatje met gedrukte bedrading van de elektronische schakelaar, zoals is aangegeven in afb. 4.
Wat doet zo'n akoestisch relais? Bij een bepaald instelbaar geluidsniveau zal de elektronische schakelaar inschakelen en met deze gebeurtenis kunt u van alles doen. Vooral wanneer u tussen de punten 7 en 17 van de elektronische schakelaar een relais opneemt.

Afscherming voor de HF 311

Het is gebleken dat in enkele bouwpakketten voor de HiFi-stereoversterker HF 311 een houten kast is bijgeleverd waarin het zilverpapier voor de afscherming aan de verkeerde kant (nl. bij het voedingsgedeelte) is aangebracht. Dit kan aanleiding geven tot een verhoogd stoorniveau. Het zilverpapier dient te zijn aangebracht aan de kant van de voorversterker; indien dit niet is gebeurd, verdient het aanbeveling dit alsnog in te plakken.

Een stuk zilverpapier met de juiste afmetingen kan worden verkregen door even een briefkaartje te sturen aan: Philips Nederland n.v., Produktie Bouwdozen, Gebouw VB 11 - 35, Boschdijk, Eindhoven.